

現代日本人の歯髓腔形態の分析, とくに Taurodontism について

増 田 哲 男

札幌医科大学法医学講座 (主任 八十島信之助教授)

Pulp Cavity Morphology in the Japanese Dentition, With Special Reference to the Taurodontism

Tetsuo MASUDA

Department of Legal Medicine, Sapporo Medical College

(Chief: Prof. S. Yasoshima)

This article concerns with an anthropological investigation of pulp cavity morphology of the molar teeth in the modern Japanese.

The author proposed a five-class classification method of the pulp cavity morphology which was modified from that presented by Shaw (Figure 2).

The results obtained are as follows:

- 1) No hypertaurodonty was observed in lower molars of the Japanese.
- 2) The basic form of the pulp cavity of M_1 appears to be a cynodonty seen from the evolutionary point of view.
- 3) There is an apparent trend in M_2 in which the pulp cavity changes from hypotaurodonty to cynodonty with increase of ages. However, since this change is relatively slight, the shape of the pulp cavity seems to be relatively stable in this tooth.
- 4) On the contrary to M_1 , hypotaurodonty appears to be the basic form in M_3 .
- 5) Generally in the lower molars, the frequency of hypercynodont is higher and that of mesotaurodont is lower in the higher age groups.
- 6) No between-sex difference of this trait is observed in M_1 . On the other hand, in M_2 and M_3 , a trend towards taurodont is a little more apparent in females than in males when all the age groups are combined.
- 7) The relative size of the pulp cavity shows the relationship of $M_1 \leq M_2 \leq M_3$.
- 8) In case of personal identification from the pulp cavity morphology, M_1 and M_2 must be observed in combination, and detailed observations of hypertaurodont should be done.
- 9) The internal morphology of the human teeth, or that of taurodont in particular, is a character of quite importance in relation to the external morphology of the teeth. This is especially true when the teeth are investigated from the evolutionary point of view.

At the sametime, the author recommends the method of classification proposed in this article to evolutionary studies of the human teeth.

(Received December 24, 1979 and accepted February 4, 1980)

1 緒 言

ヒトの歯の形質に関する人類学的研究には, 多くの分野にわたって非常に重要な意義があるが, それは主として歯の外観つまり外部形質についてなされることが多く, 内部構造に関してはそれほど注意が払われてこなかった。し

かしその唯一の例外として, 今世紀初頭より歯髓腔の形態, ことに taurodontism¹⁾ が問題とされてきた。

すなわち taurodontism とは, 歯冠腔 (髓室) が歯根腔 (根管) へ, その容積を長軸方向に拡大することによって起る状態で, 髓室床の根尖側への位置低下として複根歯において観察でき, したがって大白歯に著明に認め得るので

ある²⁾。

この形態は、de Terra³⁾ がヨーロッパのいわゆる典型的 Neandertal 人といわれる Krapina 人の顎骨について研究し⁴⁾、大臼歯の柱状根として報告したものが最初である。ひき続いて Adloff^{5,6)} Gorjanovič-Kramberger⁷⁾ らがやはり Krapina 人をはじめとする化石人類、主として Neandertal 人について、非常に特徴のある歯根ないし歯髓腔の形態として報告しているが、この段階では、根幹部分が太く円柱状にのびた状態を観察記載するにとどまり、内部構造についての詳しい研究は行なわれていない。

Keith¹⁾ はこの形態が、牛などの有蹄類つまり反芻哺乳類の歯にみられると同じ状態であるとして“taurodontism (牛歯型)”と呼び、これに反して食肉動物の歯にみられるような根幹 (ないし髓室) が歯槽縁上にある状態を“cynodontism (犬歯型)”と呼ぶことを提唱した (Fig. 1)。

その後断片的にはあるが、いくつかの化石あるいは現

代人における taurodontism の報告がみられる^{8,9)}。とくにもっとも典型的な cynodontism をもつといわれている白人にまれに強度の taurodontism が観察され¹⁰⁾、程度の弱いものはかなり多いという事実は興味深い。資料が集まるにしたがい、この形質に関する人類学的研究は、ますます重要性を帯びてきた。

Shaw¹¹⁾ によって taurodontism に関する重要な分類方法が提唱されたのは、このような時期である。Shaw は現代の南アフリカ黑人 (Australoid あるいは Boskopoid と Bushman あるいは Bantu との混血種族) に約 30% の taurodontism を認め、Keith の論文¹⁾ に基づいて、この形質を次の 4 段階に分類した。

- 1) cynodontism: 現代人に主としてみられる形態で、歯髓腔はせまく歯槽縁上にとどまる。
- 2) hypotaurodontism: 軽度の taurodontism をもつ歯で、現代南アフリカの 1 部混血種族にみられるものである。
- 3) mesotaurodontism: Heidelberg 人 (ヨーロッパの *Homo erectus*) などにみられる中等度の taurodontism をもつ歯。
- 4) hypertaurodontism: Krapina 人のように巨大な歯髓腔をもつ歯。

しかるに Shaw¹¹⁾ は、頭蓋標本の歯について主として外景から観察し、内部構造は 2 次的判定の手段としており、したがって歯髓腔の変異程度に関しては判定基準がややあいまいで、これをそのまま生体の観察に用いるのには多少の無理が生ずるのである。

以上、ほとんどが永久歯について述べられてきたのであるが Jørgensen¹²⁾ は乳臼歯の歯髓腔に対しての独自の観察基準を用い、デンマーク児童の集団調査を行った。Thoma¹³⁾ は Subalyuk の Neandertal child を調査して、下顎第 1 乳臼歯 (dm₁) の所見を Jørgensen に準じて報告している。

また大東・稗田¹⁴⁾ は、歯冠と根幹との比を基準として乳歯列における taurodont teeth を調査しているが、乳臼歯に関する観察基準としてこれらの方法は当を得たものと思われる。

また taurodontism の症例を主とした報告では Lunt¹⁰⁾、Stoy¹⁵⁾、Metro¹⁶⁾、Hamner¹⁷⁾、Bernick¹⁸⁾、Manson-Hing¹⁹⁾ などをみるが、集団の調査としては Shaw¹¹⁾、Jørgensen¹²⁾、Moorrees²⁰⁾、大東・稗田¹⁴⁾、人見ら²¹⁾ の報告がある。さらに化石人類に関しては Weidenreich^{8,9)}、von Koenigswald²²⁾ らの観察記録があるが、最近では、Sakura²³⁾、鈴木²⁴⁾ らの報告も重要である。

さらに Kallay は Krapina 地方の Neandertal 人の歯

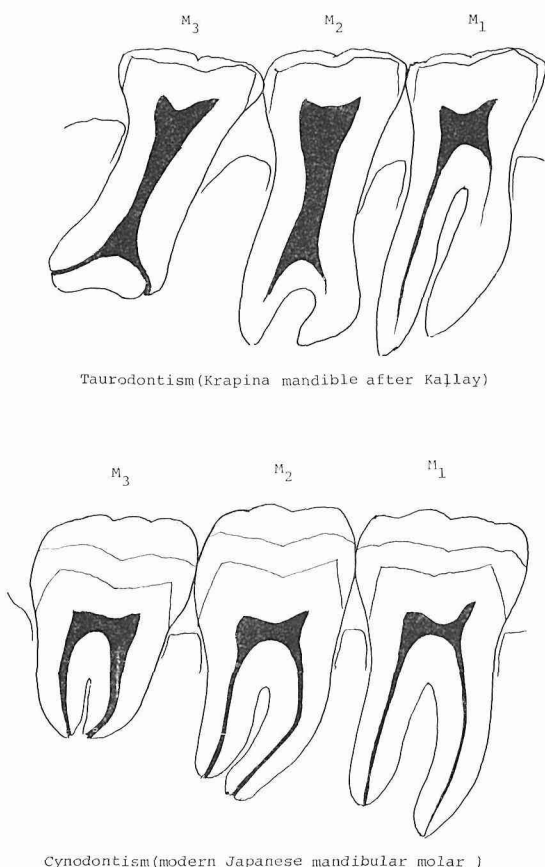


Fig. 1 Pulp cavity morphology (drawn from X-ray film).

Note: Pulp cavity is black.

をエックス線で詳細に観察して、歯根形成との関連において taurodontism を究明しようと試みている。

さて、現代人の歯髓腔形態、とくに trurodontism を、集団の生体について観察するにはエックス線による方法が最適で、エックス線写真の読影と判定には Shaw の分類方法が重要な基準となることは明らかである。本論文の基礎もこの点にある。

著者はここで Shaw の分類方法のあいまいな部分を補いつつ、生体における判定基準をより客観的に、より正確に適用できるよう、新たな分類基準を設定した。これにより、集団に関する変異の検討が、人類学的見地から充分に行い得ると考えられるのである。

可及的正確に撮影したエックス線写真像²⁶⁾を、本研究の分類方法にしたがって慎重に観察すると、人類学的調査にとどまらず、法医学的な個人識別にも有意義であり、歯科学的にもまた重要な指針を提供する。

著者はこの研究をすすめるに当たり、2度にわたって予備調査を行ない、その概要を第2回日本口腔科学会北日本地方会(1964)、第20回日本人類学会・日本民族学会連合大会(1965)においてそれぞれ“現代人の taurodontism について、第1報・第2報”として報告した。

本論文は、これらの調査に、その後新たに収集した資料を加えて研究総括した。

2 資料と方法

2.1 調査資料

本研究の資料は、北海道に在住する一般市民、札幌歯科学院生、札幌医科大学学生、道立衛生学院生、札幌医科大学附属病院歯科口腔外科を訪れた受診者、札幌医科大学解剖学第2講座に保管されている関東地方出身の現代日本人頭蓋などよりなる。

被検者の下顎大白歯を一般の歯科用エックス線装置(60 kV, 10 mA)を用いて撮影した標準型歯科用エックス線フィルム(4×3 cm)約10,000枚の中から次の条件を満たすものを研究対象とした。

- 1) 下顎大白歯部を2等分画法、正放線状投影法²⁶⁾により頬舌的に撮影したもので、歯実長の映像が伸縮していないもの。
- 2) エックス線像が鮮明で、歯の内部構造が正しく読影できるもの。
- 3) う蝕、補綴物、その他の外的因子により歯髓腔の形態が影響を受けて観察不能となっていないもの。
- 4) 年齢が下顎第1大白歯の歯根が完成する10歳以上であること。
- 5) 特別な疾病をもたないこと。

Table 1 Number of teeth studied

Tooth	Male	Female	Total
M ₁	265	239	504
M ₂	201	164	365
M ₃	95	91	186

その結果、以上の条件を満たした資料の構成を Table 1 に示す。

下顎大白歯のみを研究対象とした理由は、これまでの諸報告よりみて、形質の発現がはっきりしていること、エックス線の方法として最も観察が容易で、信頼性が高く技術的に誤差が少ないことによる²⁶⁾。なお、平取町在住アイス系中学生についても調査したが資料が少なく、本研究では除外した。

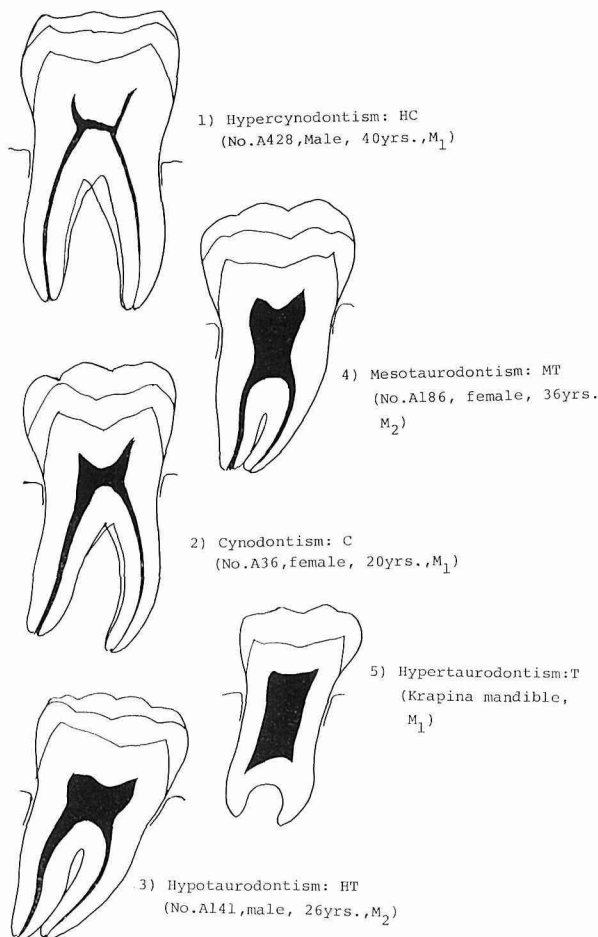


Fig. 2 Classification of pulp cavity morphology (modified from Shaw's method).

2.2 研究方法

2.2.1 5段階分類法について

Shaw の分類方法に基づいて設けた新しい基準にしたがい、エックス線写真上の歯髓腔の状態を判定し、taurodontism に関する統計的分析を行なった。

本研究では、次に述べるような5段階の分類方法を採用した (Fig. 2)。

1) hypercynodontism (HC): 歯髓腔の狭窄が著明で、近・遠心の髓角が相対的に細長く鋭く突き出したように見え、天蓋が髓室床に接するほどにふくれており、歯髓腔の中心はやや根側へかたよった状態で、髓室床もかなりの高まりをみせている。この基準項目 (HC) は、本研究を始めるに当たって新しく設けたものである。

2) cynodontism (C): 最も一般的な現代人の形態で、歯髓腔の狭窄は明らかだが、髓室床は歯槽頂線とほぼ一致した高さであって滑らかである。また天蓋と髓室床との径は、歯髓全長の1/4をこえない。近・遠心壁の径は、上下径つまり天蓋と髓室床の径の約2倍となる。

3) hypotaurodontism (HT): 歯髓腔がやや拡大して髓室床は歯槽頂線より低下しているが、歯髓全長の冠側1/3の程度にとどまるもの。歯髓腔の上下径と近・遠心壁の径はほぼ同じとなり、正方形に近い状態となるもの。遠心の壁は外側へややふくらむことが多い。

4) mesotaurodontism (MT): 髓室床が歯髓全長のほぼ中間に位置し、歯髓腔の拡大が著明なもの。

5) hypertaurodontism (T): 歯髓腔が強度に拡大して、髓室床を根尖近くまで押し下げた状態のもの。Krapina の Neandertal 人にその典型像がみられる。

2.2.5 5段階分類法における統計的分析および歯髓腔形態の距離分析

著者が設けた新しい5段階分類を用いて、各大臼歯 (M_1 , M_2 , M_3) の歯髓腔を分類し、各歯間、年齢別、性別について χ^2 検定を行い統計的分析を行った。また各大臼歯および各年齢群の差を一括して比較するため距離分析を行った。距離係数については種々の計算法があるが、本研究では Edwards and Cavalli-Sforza²⁸⁾ と Constandse-Westermann²⁹⁾ の方法を用いた。距離分析の数値は男女を合わせたものであり、距離係数 (E^2) は、遺伝子頻度に基づいて集団間の類縁性を示すものであって複対立遺伝子モデルによるものである。形質 j に関する距離 E_j^2 は次のように計算される。

$$E_j^2 = 8 \cdot \frac{1 - \sum_{k=1}^{S_j} \sqrt{P_{1jk} \cdot P_{2jk}}}{\left(1 + \sum_{k=1}^{S_j} \sqrt{\frac{P_{1jk}}{S_j}}\right) \left(1 + \sum_{k=1}^{S_j} \sqrt{\frac{P_{2jk}}{S_j}}\right)}$$

ここで P_{ijk} は i 集団における第 j 形質の第 k class の数である。そして集団間の距離は E_j^2 をすべての j (形質) について加えたもので、下記のとおりである。

$$E^2 = \sum_{j=1}^r E_j^2 \quad (r = \text{形質の数})$$

これを本研究の資料に置きかえると、 i は各歯の各年齢群に相当する。 j ($i=1, 2, \dots, r$) は形質を示すが、ここでは歯髓腔形態という一つの形質のみを取り扱っているので $r=1$ となる。 k は HC, C, HT, MT という4つの class が存在するので k は1~4まで変化することになるが、本計算では $k=1, 2 \dots S_j$ までを計算している。なお $S_j = m-1$ であり、ここで m は class の総数である。なお各 class の頻度、合計は当然1となる ($P_{HC} + P_C + P_{HT} + P_{MT} = 1$)。

この定義にしたがって E^2 を計算すると、群の数は M_1 , M_2 , M_3 のそれぞれに各4個の年齢群を考えているので、 $3 \times 4 = 12$ 群となり、各群間の距離は12次元空間内で得られる。しかし12群の相互関係を直観的に把握することは極めて困難なので、つぎに、次元減少法を応用する。

この方法は、一般に多次元空間に散布されている点 (群の位置) を、情報損失の最も少ない方向から、任意の低次元空間に投影しようとするものである。ここで、数学モデルとして本研究に最もよく適合するのは林ら³⁰⁾ の数量化理論第4項であって、今回はこの方法を用いた。これは、本来は類似度係数行列に基づいて次元の減少を実現しようとする方法である。ところが、今回計算したのは距離係数であるので、これらをまず類似度係数に変換しなくてはならない。ここで用いた変換法は、通常使われている最も簡単なもので、次の式による。

$$S_{ij} = -1 \cdot d_{ij}$$

ここで S_{ij} は、集団 (群) i および j の間の類似度係数、 d_{ij} は同じく距離係数である。

また、全体の関係を把握しやすいように、数量化理論第4類の計算を行ない、各群の第1および第2正規化得点 (normalized score) に基づいて2次元空間に投影した図を作成することにする。

なお、これらの計算はプログラム EDWARDS (埴原和郎作製) および MQUAN 4 (日立統計プログラム CQUAN 4 を埴原が改変したもの) を用い、東京大学大型計算機センターの HITAC 8800/8700 システムで行った。

3 調査成績

エックス線フィルム上に記録された下顎第1大臼歯 (以下 M_1 と略)、第2大臼歯 (以下 M_2 と略)、第3大臼歯 (以下 M_3 と略) のうち、有効基準に合格したものについて、

Table 2 Number of teeth in each age group (A, B, C, D)

Tooth	Class	A (10-19)		B (20-29)		C (30-39)		D (40-)	
		Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
M ₁	HC	12	18	63	60	54	42	51	19
	C	33	41	36	38	5	7	3	4
	HT	5	8	3	1		1		
	MT								
	T								
M ₂	HC		1	2	1	7	3	12	3
	C	15	11	48	40	22	19	22	7
	HT	18	35	28	32	10	7	9	1
	MT	2		6	2		2		
	T								
M ₃	HC							1	1
	C			7	2	7	3	10	3
	HT	3	8	37	48	11	18	11	1
	MT		2	7	5			1	
	T								

歯髓腔の状態を新しい分類方法にしたがい分類した (Table 2).

年齢は、最初に萌出する M₁ の歯根完成期が 9 歳ないし 10 歳とされているので、この時期を一応の基準とし、10 歳以上とした。

また、著者の従前の報告にしたがって、年齢を年代別の 4 群にまとめて検討する。

調査部位は原則として右側としたが、この部位はまた萌出直後からう蝕に罹患することが多く、う窩あるいは充填、補綴、抜去などにより歯髓腔の状態が不明となることが多い。したがって Table 2 に示した数値は左右両側を合わせたものである。

3.1 各大臼歯について

3.1.1 下顎第 1 大臼歯 (M₁) の所見

M₁ には taurodontism の傾向はないが、若年層にごくわずかの HT を認めることがある。また年齢が高くなると、歯髓腔はますます狭窄した状態となって HC が大部分を占めるようになる。

MT は 1 例も認められなかった。

性差については、各年齢群とも統計的に有意の差を認め得ず、全年齢を合わせた χ^2 検定でも有意差は認められなかった ($\chi^2=0.5201$: D.F.=1: $0.50>p>0.30$)。

さらに年齢差を観察したところ、10 代と 20 代の間 ($\chi^2=8.9744$: D.F.=1: $0.005>p>0.001$)、10 代と 30 代の間 ($\chi^2=10.2549$: D.F.=1: $0.005>p>0.001$) に、はっきりとした統計的有意差を認めることができる。しかし 30 代をこえ

ると HT がほとんどみられず、歯髓腔の状態は C から HC へと固定してしまい、あまり変化を示さなくなる。

M₁ の歯髓腔の基本的形態を進化学的にみれば cynodontism であるが、年齢が高まると歯髓腔の狭窄は強度となり、30 代で男性 92%、女性 84% とほとんどのものが HC となって固定化する。しかも、さらに高齢に達した場合でもこの状態にほとんど変化はなく、このことから M₁ に関しては、30 代が歯髓腔形態の安定期であるとすることができよう。

3.1.2 下顎第 2 大臼歯 (M₂) の所見

M₁ と同様、年齢が高まると cynodontism の傾向が強まるが、全年齢群にわたってかなり多数の HT をみることができる。すなわち 10 代では男性 51%、女性 75% に、また安定期と考えられる 30 代にいたっても、いぜんとして男性 26%、女性 23% に HT を認めることは、この歯の大きな特徴であろう。

性差は、各年齢群における比較では認め得なかったが、全年齢を合わせて分析すると、若干認めることができる ($\chi^2=6.3172$: D.F.=1: $0.05>p>0.02$)。

年齢差は顕著で、10 代と、20 代、30 代、40 代をそれぞれ比較したところ、はっきりとした有意差が認められた ($\chi^2=14.7859, 22.0671, 30.7255$: D.F.=1: $p<0.001$)。

Table 3 *Variation of root and pulp cavity morphology in M₂*

Class	Double Roots	Fused Roots	Single Root
HC+C	128	70	17
HT	62	58	19
MT	4	—	8

ここでも、やはり30代で歯髓腔の安定する傾向が観察され、さらにこれらの成績を総合してみると、M₂としての興味ある特徴がうかんでくるのである。

M₂の観察をさらにすすめるために、エックス線写真上で読みとれる歯根の状態と、歯髓腔の形態とのかかわりあい調べた (Table 3)。

一般に歯髓腔形態は、解剖学的にも発生学的にも、歯根あるいは根管の状態とかなりの関連性をもつことは充分に考えられるところである。M₂には約30%の槓状根を認めるというが、M₂の変化に富んだ歯根の形態が、この歯の歯髓腔の多様性をもたらししているのである²⁷⁾。しかし変異の振幅はそれほど大きくなく、どちらかといえば中間形である。

また、少数ではあるが、MTが10代から30代にわたって存在することもM₂の特徴のひとつに数えられる。

3・1・3 下顎第3大臼歯 (M₃) の所見

例数がやや少ないので、詳細な分析を行なうことは難しいが、10代から30代までHTがその主流を占めている。

年齢が高くなると、やはり cynodontism へと移行する

傾向が認められるが、この歯は発生学的に不安定で、萌出時期の遅れや萌出方向の多様さなどで特徴づけられ、進化的にも退化傾向を強く帯びていることが推測されるのである。この点で安定したM₁とは対照的であると考えられる。

性差については、全年齢をあわせて分析した場合のみ認められたが ($\chi^2=9.1386$: D.F.=1: $0.005 > p > 0.001$)、年齢群の間の差は20代と40代との間に認め得たのみである ($\chi^2=27.5105$: D.F.=1: $p < 0.001$)。

M₃の進化的基本形はHTと考えられるが、歯冠、歯根の形態にかぎらず萌出状況も変異に富んでおり、エックス線撮影に支障をきたすことが多い。したがって読像が困難で、完全埋伏のものについては観察がほとんどできないことが多かった。

3・2 下顎大臼歯相互の比較

M₁, M₂, M₃の性と年齢をすべて合わせて比較した場合 (Table 4)、基本的にはM₁がC, M₃がHT, M₂がその中間型という傾向を示すが、この点に関しては、距離分析より得た結果から一層明らかとなるであろう。

Table 4 *Variation of pulp cavity morphology in each tooth*

Tooth	HC	C	HT	MT
M ₁	319	167	18	
M ₂	29	184	140	12
M ₃	2	32	137	15

Table 5 *E² distance matrix*

Tooth	Age Group	M ₁				M ₂				M ₃			
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
M ₁	A	—											
	B	.0619	—										
	C	.1998	.0459	—									
	D	.2502	.0662	.0051	—								
M ₂	A	.1847	.3817	.5525	.6543	—							
	B	.1059	.2882	.4822	.5683	.0294	—						
	C	.0276	.1355	.2869	.3523	.8110	.0289	—					
	D	.0056	.0675	.1900	.2457	.1461	.0920	.0213	—				
M ₃	A	.6144	.7940	.8729	.9895	.1768	.3005	.4068	.5274	—			
	B	.3913	.5977	.7357	.8484	.0530	.1284	.2220	.3292	.0406	—		
	C	.2700	.5123	.7054	8.243	.0189	.0797	.1561	.2214	.1978	.0722	—	
	D	.0810	.2273	.3851	.4665	0.242	.0091	.0171	.0597	.2750	.1212	0.756	—

3.3 歯髓腔形態の距離分析

2.2.2 の定義にしたがって E^2 (形質群の距離) を計算すると、各群間の距離は Table 5 のようになる。これは 12 次元空間内の距離であって、全体の関係を把握しやすいように次元減少法を応用し、2 次元空間に投影した図 (Fig. 3) を作成して理解を助けることとする。図の中で A, B, C, D とあるのは各年齢群 (10~19 歳, 20~29 歳, 30~39 歳, 40 歳以上) を示す。

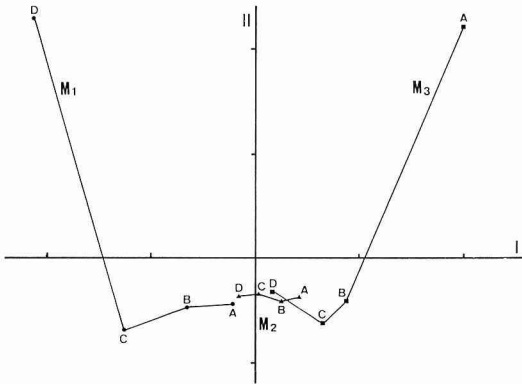


Fig. 3 Two-dimensional expression of a group constellation based on E^2 -matrix.

この図から、次の点が明らかになる。

1) $M_1 \sim M_3$ の歯髓腔形態は、この順で一定の傾向をもって変化する。これを原資料に戻って考えると、HC は M_1, M_2, M_3 の順に減少し、逆に HT はこの順に増加する。そしてこの傾向は、主として第 1 軸 (横軸) に反映されている。

2) 各歯ごとに年齢群による変化をみると、かなりはっきりした年齢差が認められる。すなわち、年齢が高くなるにしたがって HC が増加し、逆に MT が減少する。

3) 年齢変化の程度は歯によって異なり、 M_1 および M_3 では年齢変化が比較的大きく、 M_2 では小さい。したがって歯髓腔形態に関しては、 M_2 は M_1 および M_3 にくらべてやや安定しているといえる。

第 II 軸 (たて軸) の意味ははっきりしないが、原資料から考えると、C および MT の変動を反映しているように思われる。

3.4 M_1 および M_2 の歯髓腔の関係について

観察に困難が伴いやすい M_3 を除いて、信頼性の高い M_1 と M_2 について、その相互関係を分析する。

すなわち、 M_1 が HC のもの、C のもの、HT のものそれぞれについて、 M_2 の歯髓腔がどのような関係にあるかを調査した。

その結果、 M_1 が HC の場合 M_2 は C, M_1 が C の場合

M_2 は HT という組合せが最も多く、 M_1 が M_2 よりも広い歯髓腔をもつ例はみられなかった。

このことは、 M_1 が常に M_2 よりもせまい歯髓腔を有することが、両者の組合せの基本型となっていることを示すものである。

4 考 察

ヒトの下顎大臼歯の歯髓腔形態を、現代日本人を対象として調査した成績に基づいて、taurodontism の人類進化学的意義について考察を加えたい。

歯の内部構造に関しては、抜去歯を用いる研究方法が一般的であり²⁷⁾、かつまた正確ではあるが、一定の集団について大標本の資料を集めることは甚だ困難である。とくに大臼歯を対象として生体にこの方法を応用することは、ほとんど不可能といえよう。

このような点から、エックス線写真を用いる方法は、集団の調査を比較的短時間にまとめて行なうには最も有効である。しかしその反面、撮影時の諸因子がエックス線写真におよぼす影響を無視できない。エックス線像は、あくまで立体的歯髓腔の一平面への投影にすぎず、多少のゆがみを伴うことはさけられない。したがって、計測による判定は不適当である。それゆえ、歯の外形を一応の参考とし、内形との比較関連に判定の基準をおくことが必要である。また、その判定方法が、なるべく客観性を有するものでなければならない。本研究は、その点を充分考慮して基準を設けた。

歯髓腔と歯根の関連についてみると、この両者は、顎骨の中にあって、かなり長期にわたり徐々に形成され、成熟し、変化していくもので、この点人体の他の器官とは大きく異なる特殊性をもつといえよう。したがってその観察には、年齢的要素が必然的に重要視されてくるのである。

歯髓腔の年齢的变化に関しては、多くの先人により詳細に研究され、報告されてきたが^{32,33)}、いずれも研磨、脱灰、透明化、鋳型法などによる組織学的研究方法であって、人類学的な集団観察には適さない。つまり本研究の意義にそった方法としては、エックス線観察以外の方法はないであろう。

エックス線の資料の収集は、条件さえ整えば比較的容易ではあるが、野外調査にはやはり多くの困難が伴う。それゆえ、従来の報告が臨床的資料に基づくものが多いこともうなづけるのである。

その点、頭蓋標本を対象とした場合には、生体におけるごとく軟組織によるエックス線写真のボケもなく、極めて鮮明でゆがみのない像を得ることができ、資料として最適である。

Taurodontism の生成原因については、多くの研究者により解説されている。その中でも、遺伝学的な一現象³⁴⁾としてとらえる説、臨床的な局所的原因による限局した現象とする考え³⁵⁾、また、著者が本研究で述べんとしている人類進化の途上における現象の一つとするものなどが代表的意見であろう^{36~38)}。

さて、一般に下顎の大臼歯も上顎と同様、人類における進化過程からみて M_1 が基本形を示すが、 M_2 、 M_3 は退化の影響を受けて形態的にかなり変化している。

この傾向は、 M_1 から M_3 への退化現象の程度としてとらえることができ、ひいては集団の変異の問題として分析することが可能となる。

たとえば、下顎大臼歯の歯冠外形を特徴づける最も著明な形質として知られる groove pattern (Dryopithecus and plus patterns) と、taurodontism との関連をみると、両形質の発現頻度に興味ある傾向を認めることができる (Fig. 4)。このことは、両形質に関して進化学的にみると、それぞれの歯がその部位に応じて異なる程度の退化の影響を受けているからにほかならない。

さて、歯髓腔は外形にしたがって変化するが、大臼歯の歯根も後方の歯ほどゆがみ、あるいは単根化する傾向がある。そのため、近心根が単根管を有する頻度は、後方の歯ほど大きくなっていることが知られている。そこで最も興味ある M_2 について歯髓腔と歯根との関係をしらべてみたが、 M_1 、 M_3 と同様、両者の間にはそれほどの関連性を認めることができなかった。下顎大臼歯の歯根が本来2根性であること、歯根と歯冠の諸形質の変異にはかなりの差があって、歯冠外形はるかに安定していることなどがその

理由であろう (Table 3)。

また、下顎大臼歯について特徴ある外部形質として記載されているものに 7th cusp^{45,46)}、6th cusp⁴⁷⁾、deflecting wrinkle⁴⁸⁾、protostylid⁴¹⁾、などがある。これらの形質は dm_2 (下顎第2乳臼歯) と M_1 に共通にあらわれるものであるが、それぞれ独立した遺伝子支配を受けるものと考えられ発現頻度も多様である。Hanihara^{49~51,53,55)}、Hanihara *et al.*⁵²⁾、埴原⁵⁴⁾ はこれに上顎乳切歯のシャベル型を加えた5形質をひとまとめにして、類モーコ形質群と呼びいわゆる character complex のひとつに数えることを提唱している。この形質群はもちろん永久歯にも適用されるものである⁵³⁾。

以上のことから、与えられたある集団の特徴を分析する場合これら外部形質による観察とともに、内部形質としての歯髓腔形態を調査することが、人類学的研究に欠かせない補助手段となるのである。このさい考えねばならないのは、一旦形成されると変化することのない歯冠の外形と、年齢的条件を常に考慮しなければならない内形とでは、統計的処理あるいは考察にさいして充分な注意を払う必要があるということである。距離分析によれば、 M_2 では C および MT の頻度が、また M_3 では MT の頻度が、必ずしも年齢的に一定の傾向を示していない。このことは、これらの形態の頻度が単に年齢の関数として変化するものではなく、他の要因、たとえば遺伝的要因などの支配をより強く受けているのではないかと考えられる。しかし、この点については、さらに検討を加える必要がある。

いずれにしても、以上の分析から、歯髓腔の形態には年齢的要因が強く関与していることが明らかであろう。この形質が法医学的個人識別に応用されるのはこのような面においてである。埴原は生体の年齢鑑定に M_2 のエックス線写真を利用した例⁵⁶⁾ を報告しているが、個々の形質ばかりではなく、形質の複合を対象として研究をすすめ、記載の数量化と多変量解析によって父子鑑定への応用⁵⁷⁾ なども示唆している。

ここで、歯髓腔形態に関する本研究の成績を第1報、第2報と比較してみる。

従前の報告では hypercynodontism (HC) に相当するものを cynodontism (C) で一括して処理したが、すでに述べたように歯髓腔は年齢が高まると徐々に変化して石灰化がすすみ、ついにはかなり複雑な形態を示すようになる。つまり歯髓腔は極度にせまくなって天蓋と床底にはさまれた横棒のようになってしまう。さらにこの横棒からななめ外上方へのびる近遠心の2本の髓角、ななめ外下方へのびる近遠心の2本の根管とによって形成される細いたて棒とで、あたかも“H”字型を示すようになる。著者はこ

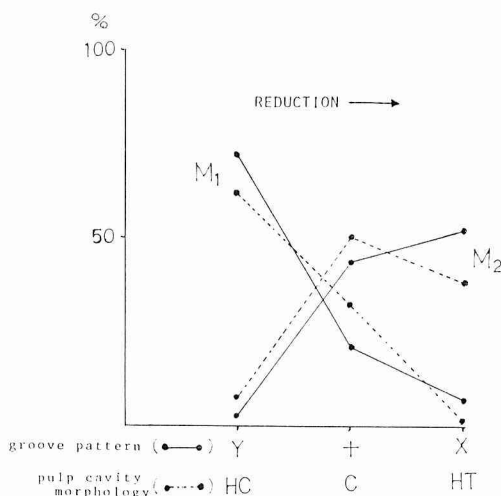


Fig. 4 Variation of pulp cavity morphology and groove pattern.

の形態を、歯髓腔形態の研究に不可欠な年齢的要素を加味する意味から、hypercynodontism として新たな項目を設定し、本研究のための5段階分類法を作成したのである。

第1報を要約すると、

1) 調査歯数は男性410歯 ($M_1=160$, $M_2=202$, $M_3=48$), 女性548歯 ($M_1=196$, $M_2=270$, $M_3=82$) である。

2) M_1 は性別、年齢別にかかわらず、大部分がCを示す。

3) HT は、 M_2 , M_3 においていずれも女性に発現率が高い。

4) 年齢が高まると HT は明らかに減少し、とくに M_2 でその変化がはっきりと認められた。

また第2報では M_1 と M_2 の関連性を主とし観察したが、調査歯数は男性132歯 ($M_1=54$, $M_2=78$), 女性106歯 ($M_1=42$, $M_2=64$) で、全般的に本研究の成績とよく一致し、その結果、歯髓腔の広さは常に $M_1 \leq M_2 \leq M_3$ の関係にあることが推察される。

以上の結果を人類進化の面から考察すると、まずヨーロッパのいわゆる典型的 Neandertal 人にみられる hyper-taurodontism の伝統は、少くとも日本人にはもはや引きつがれていないとみることができよう。しかし、前述の通り、ヨーロッパの白人においては、現在も稀にはあるが、この形態が出現している。この事実は Neandertal 人の伝統が彼らにはまだわずかに残っていることを示唆しているのかもしれない。一方、Shaw の報告¹¹⁾ によると、アフリカ黒人にも hypertaurodontism はほとんどみられない。このような結果からみると、典型的な taurodontism はやはりヨーロッパに局限して現われたという可能性が強いように思われる。

今日、ヨーロッパの典型的 Neandertal 人にみられる種々の特徴は、おそらく彼らが Würn 氷河期の寒冷な気候に適応したためとみられているが、彼らに特徴的な taurodontism もあるいは寒冷適応の結果発現したものかもしれない⁴⁾。いずれにせよ、このような観点から、さらに種々の集団において多くの資料を得ることは、人類学にとって重要な所見をもたらすものと考えられる⁵⁸⁾。

5 結 論

1964年から1978年にかけて、北海道に在住する一般市民と生徒、学生、ならびに関東地方の現代日本人より得た下顎大臼歯エックス線写真を資料として、歯髓腔形態とくに taurodontism の調査を行ない、5段階分類法を用いて観察研究した結果、次の結論を得た。

1) 現代日本人の下顎大臼歯には hypertaurodontism の所見は認められない。

2) M_1 の歯髓腔は進化学的にみれば、cynodontism が基本的形態となる。

3) M_2 の歯髓腔は、年齢とともに hypotaurodontism から cynodontism へと移行する傾向があるが、変化の程度は比較的弱く、やや安定した形態を保っている。

4) M_3 の歯髓腔は M_1 と対照的に hypotaurodontism が基本的な形態と思われる。

5) 一般に下顎大臼歯においては年齢が高まると hypercynodontism が増加し mesotaurodontism が減少する。

6) この形質に関する性差は、 M_1 では認められないが、 M_2 , M_3 では全年齢を合わせた場合にごく僅かではあるが女性に taurodontism の傾向が強い。

7) 歯髓腔の広狭の程度は、常に $M_1 \leq M_2 \leq M_3$ の関係にある。

8) 歯髓腔形態による個人識別を行なうには、必らず M_1 , M_2 をともに調査し、hypercynodontism の観察を詳細に行なうべきである。

9) ヒトの歯の内部構造、とくに歯髓腔の taurodontism は、人類の集団に関する進化学的比較研究を行なう場合、外形との相関において極めて重要な意義をもつ注目すべき形質である。

また、この形質の人類進化学的究研には、本論文に採用せる5段階分類法が最も有効適切であると考えられる。

謝 辞

本論文を完成するにあたり、札幌医科大学法医学講座・八十島信之助教授のご指導ご鞭撻を心から感謝する。また、同学の解剖学第2講座・三橋公平教授ならびに口腔外科学講座・小浜源郁教授には、貴重な資料を提供していただいた。ここに記して感謝の意を表したい。最後に、本研究の緒を与え常に正しい方向を示唆してくださった東京大学理学部人類学教室・埴原和郎教授には深甚なる謝意を捧げる次第である。とくに、本論文の人類学的考察は同教授の指導によるものである。

文 献

1. Keith, A.: Problems relating to the teeth of the earlier forms of prehistoric man. Proc. Royal Soc. Med. 6, part III, Odontological section, 103-124 (1913).
2. Scott, J. H. and Symons, N. B. B.: Introduction to dental anatomy. 1-407, E. and S. Livingstone Ltd., 5th ed., Edinburgh and London (1967).
3. de Terra, M.: Mitteilungen zum Krapina-Fund unter Besonderer Berücksichtig und der Zähne.

- Schweig. Vjschr. Zahnheilk. **13**, 11-13 (1903).
4. Lasker, G. W.: Physical anthropology. 2nd ed., 1-298, Holt, Rinehart and Wingston, New York (1976).
 5. Adloff, P.: Die Zähne des *Homo primigenius* von Krapina und ihr Bedeutung für die Systematische Stellung Desselben. Z. Morph. Anthropol. **10**, 197-202 (1907).
 6. Adloff, P.: Das Problem der Entstehung der Zahnform. Zahnärztl. Rdsch. **51**, 219-228 (1942).
 7. Gorjanović-Kramberger, K.: Die Kronen und *Homo primigenius* und ihre Genetische Bedeutung. Anat. Anz. **31**, 97-134 (1907).
 8. Weidenreich, F.: Giant early man from Java and south China. Anthropological papers of the American museum of natural history New York, vol. 40, part 1, 69-75 (1945).
 9. Weidenreich, F.: The dentition of *Sinanthropus Pekinensis*, a comparative odontography of the hominids. Palæont. Sinica. **101**, 1-175 (1973).
 10. Lunt, D. A.: A case of taurodontism in a modern European molar. Dental Record **74**, 307-312 (1954).
 11. Shaw, J. C. M.: Taurodont teeth in south African races. J. Anat. Lond. **62**, 476-499 (1928).
 12. Jørgensen, K. D.: The deciduous dentition. A descriptive and comparative anatomical study. Acta Odont. Scand. **14** (Suppl. 20), 1-202 (1956).
 13. Thoma, A.: The dentition of the Subalyuk Neandertal child. Z. Morph. Anthropol. **54**, 127-150 (1963).
 14. 大東道治, 稗田豊治: 乳歯列における Taurodont teeth について. 小児歯誌 **9**, 94-102 (1971).
 15. Stoy, P. J.: Taurodontism associated with other dental abnormalities. Dent. Pract. Dent. Rec. **10**, 202-205 (1960).
 16. Metro, P. S.: "Taurodontism" a dental rarity in modern man. Oral Surg. Oral Med. and Oral Path. **20**, 236-237 (1965).
 17. Hamner III, J. E. et al.: "Taurodontism" report of a case. Oral Surg. Oral Med. and Oral Path. **18**, 409-418 (1964).
 18. Bernick, S. M.: Taurodontia. Oral Surg. Oral Med. and Oral Path. **29**, 549-550 (1970).
 19. Manson-Hing, L. R.: Roentgeno-oddities, Taurodontism. Oral Surg. Oral Med. and Oral Path. **16**, 305 (1963).
 20. Moorrees, C. F. A.: The Aleut dentition. A correlative study of dental characteristics in an Eskimoid people. 46-48, Harvard University Press, Cambridge (1975).
 21. 人見晃司, 加藤和彦, 長坂信夫: 乳歯の Taurodontism に関する研究. 1. X線写真による観察. 小児歯誌 **9**, 220 (1971).
 22. von Koenigswald, G. H. R.: *Gigantopithecus blacki* von Koenigswald, a giant fossil hominoid from the Pleistocene of southern China. Anthropological papers of the American Museum of Natural History New York, vol. 43, part 4, 310-313 (1952).
 23. Sakura, H.: Dentition of the Amud man. The Amund man and his cave site. 214-223, The University of Tokyo Press (1979).
 24. 鈴木 尚: 沖縄に於ける洪積世人類の発見. 人類誌 **83**, 113-124 (1975).
 25. Kallay, J.: A radiographic study of the Neanderthal teeth from Krapina, Croatia. Dental anthropology, Symposia of the society for the study of human biology, vol. 5, 75-86, Pergamon Press, New York, (1963).
 26. 安藤正一: 歯科 X線診断学. 第4版, 1-80, 137-287, 医歯薬出版, 東京 (1969).
 27. 藤田恒太郎: 歯の解剖学. 第21版, 21-166, 金原出版, 東京 (1976).
 28. Edwards, A. W. F. and Cavalli-Sforza, L. L.: Affinity as revealed by differences in gene frequency. J. S. Weiner and J. Huizinga (ed.) The Assessment of population affinities in Man, 37-47, Clarendon Press, Oxford (1972).
 29. Constandse-Westermann, T. S.: Coefficients of biological distance, 110-115, Humanities Press, New York (1972).
 30. 林知己夫, 樋口伊佐夫, 駒沢 勉: 情報処理と統計数理, 273-304. 産業図書, 東京 (1970).
 31. 大江規玄: 歯の発生学, 形態編. 7-87, 医歯薬出版, 東京 (1968).
 32. 小野寅之助: 根管(歯髓腔)解剖図鑑. 第2版, 1-194, 臨床歯科社, 東京 (1968).
 33. Hill, T. J.: Pathology of dental pulp. J. Am. Dent. A. **21**, 820-844 (1934).
 34. Gregory, W. K.: The origin and evolution of the human dentition. J. Dent Res. **3**, 87-228 (1921).
 35. Brabant, H. and Kovacs, I.: Contribution à l'étude de la persistance du Taurodontisme dans les races modernes et de sa parenté possible avec la racine pyramidale des Molaires. Stomatologie, Liège **4**, 232-286 (1961).

36. Senyürek, M. S.: Pulp cavities of molars in primates. *Am. J. Phys. Anthropol.* **25**, 119-131 (1939).
37. Witkop, C. J., Jr.: Manifestation of genetic diseases in the human pulp. *Oral Surg. Oral Med. and Oral Path.* **32**, 278-316 (1971).
38. Lysell, L.: Taurodontism. A case report and a survey of the literature. *Odontologisk Revy.* **13**, 158-174 (1962).
39. 辻 正: Carabelli 結節の分布と遺伝. 日本人類遺伝誌, **3**, 21-31 (1958).
40. Dahlberg, A. A.: The changing dentition of man. *J. Am. Dent. A.* **32**, 676-690 (1945).
41. Dahlberg, A. A.: Analysis of the American Indian dentition. *Dental Anthropology. Symposia of the society for the study of human biology. vol. V.* 149-177 Pergamon Press, New York (1963).
42. Ddhlberg, A. A.: Intrinsic nature of dental traits used in comparative studies of populations. *Proceedings VIIIth international congress of anthropological and ethnological sciences. vol 1, Anthropology*, 296-298 (1968).
43. 清水正一: 双生児法による歯冠形態の研究. 日法医誌, **9**, 24-40 (1955).
44. Suzuki, M. and Sasaki, T.: The Japanese dentition. Morphological study of the dental characteristics of the permanent teeth in recent Japanese 133-169. Shinshu University, Matsumoto, (1973).
45. 南館忠義: 下顎大臼歯におけるいわゆる第7咬頭について. I, 形態学的記載と分類. 札幌医誌 **34**, 23-29 (1968).
46. 南館忠義: 下顎大臼歯におけるいわゆる第7咬頭について. II, 遺伝学的ならびに系統発生学的考察. 札幌医誌 **34**, 30-41 (1968).
47. Tratman, E. K.: A comparison of the teeth of people. *Indo-European racial stock. Dent. Rec.* **70**, 31-63 (1950).
48. Hanihara, K., Kuwashima, T. and Sakao, N.: The deflecting wrinkle on the lower Molars in recent man. *J. Anthropol. Soc. Nippon*, **72**, 1-8 (1964).
49. Hanihara, K.: Mongoloid dental complex in the deciduous dentition. *J. Anthropol. Soc. Nippon*, **74**, 9-72 (1966).
50. Hanihara, K.: Crown characters of the deciduous dentition of the Japanese-American hybrids. *Dental anthropology. Symposia of the society for the study of human biology, vol. V*, 105-124, Pergamon Press, New York (1963).
51. Hanihara, K.: Morphological pattern of the deciduous dentition in the Japanese-American hybrids. *J. Anthropol. Soc. Nippon*, **76**, 114-121 (1968).
52. Hanihara, K., Masuda, T. and Tanaka, T.: Affinities of dental characteristics in the Okinawa islanders. *J. Anthropol. Soc. Nippon*, **82**, 75-82 (1973).
53. Hanihara, K.: Mongoloid dental complex in the permanent dentition. *Proc. VIIIth Intn'l Cong. Anthropol. Ethnol. Sci.*, **1**, 298-300 (1968).
54. 埴原和郎: 沖縄—自然・文化・社会, 歯冠形質よりみた沖縄のヒト. 112-117, 弘文堂, 東京 (1976).
55. Hanihara, K.: Mongoloid dental complex in the deciduous dentition, with special reference to the dentition of Ainu. *J. Anthropol. Soc. Nippon*, **78**, 3-17 (1970).
56. 埴原和郎: 生体の年齢鑑定例. 犯罪学雑誌 **23**, 280-283 (1957).
57. 埴原和郎: 歯冠形質の父子鑑定への応用, 日法医誌 **24**, 224-227 (1970).
58. Hanihara, K., Masuda, T. and Tanaka, T.: Evolutionary significance of reduced and supernumerary teeth in the dentition. *J. Anthropol. Soc. Nippon*, **73**, 72-81 (1965).